

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#2

G.B.

3/11/02

CG68 U.S. PTO  
10/062414



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月 7日

出願番号

Application Number:

特願2001-031103

出願人

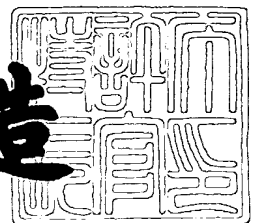
Applicant(s):

川崎マイクロエレクトロニクス株式会社

2001年12月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3112741

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J01461

【提出日】 平成13年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11C 15/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 3 号 川崎製鉄株式会  
社東京本社内

    【氏名】 旗 竜一

【特許出願人】

    【識別番号】 000001258

    【氏名又は名称】 川崎製鉄株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100080159

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 渡辺 望稔

    【電話番号】 3864-4498

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090217

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三和 晴子

    【電話番号】 3864-4498

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 006910

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 1 - 0 3 1 1 0 3

【包括委任状番号】 9712299

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 連想メモリ装置およびその構成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

‘0’ および ‘1’ の 2 値のデータを設定可能な 2 値CAMセルを用いて構成された連想メモリ装置であって、

前記 2 値CAMセルを 2 値CAMセルとして使用し、当該連想メモリ装置を 2 値連想メモリ装置として使用するか、

2 ビット分の前記 2 値CAMセルを 1 組として、各々の組の 2 ビット分の 2 値CAMセルに記憶された 2 ビットのデータで表現可能な ‘00’、‘01’、‘10’ および ‘11’ の 4 つの状態に、‘0’、‘1’ および ‘X（ドントケア）’ の 3 つの状態を割り当て、3 値のデータを設定可能な 3 値CAMセルとして使用し、当該連想メモリ装置を 3 値連想メモリ装置として使用するかを設定可能に構成されていることを特徴とする連想メモリ装置。

【請求項 2】

前記 2 ビット分の 2 値CAMセルは、異なる 2 つのCAMワードに含まれるCAMセルの組合せであることを特徴とする請求項 1 に記載の連想メモリ装置。

【請求項 3】

前記 2 ビット分の 2 値CAMセルは、同一CAMワードに含まれるCAMセルの組合せであることを特徴とする請求項 1 に記載の連想メモリ装置。

【請求項 4】

一致検索時に、前記 2 ビット分の 2 値CAMセルの内の一方の 2 値CAMセル用の検索データ用のビット線対と他方の 2 値CAMセル用の検索データ用のビット線対とを別々に制御することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の連想メモリ装置。

【請求項 5】

当該連想メモリ装置を 3 値の連想メモリ装置として使用する場合に、記憶データ、マスクデータ（ローカルマスク）および検索データに対して、外部データ（論理データ）と内部データ（物理データ）とでデータの変換処理を行うことを特

徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の連想メモリ装置。

【請求項 6】

‘0’ および ‘1’ の 2 値のデータを設定可能な 2 値 CAM セルを用いて構成された連想メモリ装置において、

2 ビット分の前記 2 値 CAM セルを 1 組として、各々の組の 2 ビット分の 2 値 CAM セルに記憶された 2 ビットのデータで表現可能な ‘0 0’、‘0 1’、‘1 0’ および ‘1 1’ の 4 つの状態に、‘0’、‘1’ および ‘X（ドントケア）’ の 3 つの状態を割り当て、3 値のデータを設定可能な 3 値 CAM セルの機能を実現することを特徴とする連想メモリ装置の構成方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、‘0’ および ‘1’ の 2 値のデータを設定可能な連想メモリ装置としても、これに加えて ‘X（ドントケア）’ を含む 3 値のデータを設定可能な連想メモリ装置としても使用可能な連想メモリ装置およびその構成方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、インターネットの発展により、例えばスイッチングハブやルータ等のネットワークを構築する中継装置に対して、高速性、高機能が要求されるようになってきている。このような要求に対応するために、これらの装置では、例えばアドレスフィルタリング、パケットの分類処理（クラシフィケーション）等の処理に連想メモリ（CAM：Content Addressable Memory）装置を使用することが多くなってきた。

【0 0 0 3】

CAM 装置は、ネットワークの OSI（Open Systems Interconnection）モデルのレイヤー 2，3，4 の各レイヤーでも使用されることが多い。この場合、検索キーデータの長さは 32 ～ 256 ビット以上まで様々であり、CAM の機能としては、従来の ‘0’ と ‘1’ のみのデータを持つ 2 値（Binary）CAM の構成

で十分なものや、これに加えて 'X (Don't care)' のデータを持つ 3 値 (Ternary) CAM 構成の機能が必要なものもある。

#### 【0004】

以下、従来の 2 値および 3 値のデータを設定可能な CAM 装置 (以下、単に 2 値および 3 値の CAM 装置という) について説明する。

#### 【0005】

図 10 は、従来の CAM 装置の一実施例の構成概念図である。

同図に示す CAM 装置 90 は、m ビット幅 × n ワード構成の CAM メモリアレイ 92 と、書込データ、読出データおよび検索データをドライブする I/O (入出力) 回路 94 と、アドレス信号 ADR をデコードし、これに対応した CAM ワードを指定するデコーダ 96 と、優先順位に従って、一致の検出された CAM ワードのアドレスをエンコードして出力する優先順位エンコーダ 98 とを備えている。

#### 【0006】

図示例の CAM 装置 90 において、データの書き込み時には、デコーダ 96 によりアドレス信号 ADR に対応するワードが選択され、I/O 回路 94 により、外部から入力される書込データが、デコーダ 96 により選択された CAM ワードに記憶データとして書き込まれる。一方、読み出し時には、デコーダ 96 により選択された CAM ワードから記憶データが読み出され、I/O 回路 94 により、読出データとして外部へ出力される。

#### 【0007】

また、検索データと記憶データとの一致検索時には、外部から入力される検索データが I/O 回路 94 によりドライブされ、全ての CAM ワードで同時に検索データと記憶データとの一致検索が行われる。各々の CAM ワードでの検索結果は、一致線を介して優先順位エンコーダ 98 へ入力され、所定の優先順位に従って、一致が検出された CAM ワードのメモリアドレスが最優先順位ヒットアドレス (HHA) として順次出力される。

#### 【0008】

ここで、2 値の CAM 装置は CAM セルが 2 値 CAM セルにより構成され、3

値のCAM装置はCAMセルが3値CAMセルにより構成されている。

【0009】

まず、図11は、従来のCAM装置で用いられる2値CAMセルの一例の構成回路図である。同図に示す2値CAMセル100は、'0'または'1'の1ビットのデータ（記憶データ）を記憶するデータ記憶部102と、このデータ記憶部102に保持されている記憶データとCAM装置の外部から入力される検索データとを比較して、その一致検出結果を出力する一致比較部104とから構成されている。

【0010】

ここで、データ記憶部102は、従来公知のスタティックRAM（SRAM）構成のもので、2つのインバータ46a、46bと、2つのN型MOSトランジスタ（以下、NMOSという）48a、48bとから構成されている。2つのインバータ46a、46bは、それぞれの出力端子が他方の入力端子に接続されている。2つのNMOS48a、48bは、それぞれビット線BLおよびビットバー線／BLと2つのインバータ46a、46bの入力端子との間に接続され、そのゲートにはワード線WLが共通に接続されている。

【0011】

また、一致比較部104は、4つのNMOS50a、50bおよび52a、52bから構成されている。NMOS50a、52aは、一致線MLとグランドとの間に直列に接続され、そのゲートには、それぞれインバータ46bの出力端子（D）およびビット線BLが接続されている。また、NMOS50b、52bも、一致線MLとグランドとの間に直列に接続され、そのゲートには、それぞれインバータ46aの出力端子（／D）およびビットバー線／BLが接続されている。

【0012】

この2値CAMセル100を用いて構成された2値のCAM装置において、一致検索は、ビット線BLおよびビットバー線／BLをローレベルとしてNMOS52a、52bをオフし、一致線MLを電源電位にプリチャージした後、検索データをビットバー線／BLに、また、検索データバーをビット線BLにドライブ

することにより行われる。

【0013】

この時、記憶データと検索データとが一致していれば、記憶データに応じてオンしているNMOS 50aまたは50bに直列に接続されたNMOS 52aまたは52bがオフするため、一致線MLはプリチャージされた状態を保持する。これに対し、不一致であれば、NMOS 52aまたは52bがオンするため、両方がオンしたNMOS 50a, 52aまたは50b, 52bを介して一致線MLはディスチャージされる。

【0014】

一方、図12は、従来のCAM装置で用いられる3値CAMセルの一例の構成回路図である。この3値CAMセル106は、前述の2値CAMセル100と同じ構成のデータ記憶部102と、このデータ記憶部102に保持されている記憶データと検索データとの一致検索をマスクするマスク記憶部108と、このマスク記憶部108によりマスクされていないデータ記憶部102の記憶データと検索データとを比較して、その一致検出結果を出力する一致比較部110とから構成されている。

【0015】

ここで、マスク記憶部108は、データ記憶部102と同じSRAM構成のもので、2つのインバータ112a, 112bと、2つのNMOS 114a, 114bとから構成されている。

【0016】

また、一致比較部110は、図11に示すCAMセル100の一致比較部104において、さらにNMOS 116を備える構成である。このNMOS 116は、一致線MLとNMOS 50a, 50bのドレインとの間に接続され、そのゲートには、マスク記憶部108のインバータ112aの出力端子（/M）に接続されている。

【0017】

この3値CAMセル106を用いて構成された3値のCAM装置での一致検索の動作は、マスクデータMとして、マスク記憶部108に‘0’が記憶された場



合、前述の2値CAMセル100を用いて構成された2値のCAM装置の場合と同じである。一方、マスクデータMとしてマスク記憶部108に‘1’が記憶された場合、一致比較部110のNMOS116はオフするため、記憶データの状態に係わらず、一致線MLはハイレベル、すなわち、常に一致の状態を維持する。

#### 【0018】

このように、3値CAMセル106を用いて構成されたCAM装置では、各々のワードを構成する各ビットのCAMセル毎に独立にドントケアを設定し、一致検索の機能をマスクすることができる。この機能をローカルマスクという。これに対し、CAM装置では、全てのCAMワードの同一ビットにわたって、一致検索の機能をマスクする機能を備えるものが従来公知である。この機能をグローバルマスクという。

#### 【0019】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のような構成の従来技術による2値CAM装置では、記憶データとしてドントケアを指定することができないため、これを3値CAM装置として使用することはできない。

#### 【0020】

また、従来の3値のCAM装置を2値のCAM装置として使用する場合、ドントケアを指定するためのマスクデータを全てマスクなしの状態に設定してやればよいが、この場合、2値のCAM装置としては不要なマスクビットを持つため、ビットコストの増大をもたらす。また、2値のCAM装置では、1回で済むデータの書き込み動作をデータ記憶部とマスク記憶部との2回行わなければならないという問題もあった。

#### 【0021】

本発明の目的は、前記従来技術に基づく問題点を解消し、2値／3値のどちらにもデータを設定可能で、2値連想メモリ装置として使用した場合にも記憶ビットを無駄にすることのない連想メモリ装置およびその構成方法を提供することにある。

## 【 0 0 2 2 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、‘0’および‘1’の2値のデータを設定可能な2値CAMセルを用いて構成された連想メモリ装置であって、

前記2値CAMセルを2値CAMセルとして使用し、当該連想メモリ装置を2値連想メモリ装置として使用するか、

2ビット分の前記2値CAMセルを1組として、各々の組の2ビット分の2値CAMセルに記憶された2ビットのデータで表現可能な‘00’、‘01’、‘10’および‘11’の4つの状態に、‘0’、‘1’および‘X（ドントケア）’の3つの状態を割り当て、3値のデータを設定可能な3値CAMセルとして使用し、当該連想メモリ装置を3値連想メモリ装置として使用するかを設定可能に構成されていることを特徴とする連想メモリ装置を提供するものである。

## 【 0 0 2 3 】

ここで、前記2ビット分の2値CAMセルは、異なる2つのCAMワードに含まれるCAMセルの組合せや、同一CAMワードに含まれるCAMセルの組合せであるのが好ましい。

## 【 0 0 2 4 】

また、一致検索時に、前記2ビット分の2値CAMセルの内の一方の2値CAMセル用の検索データ用のビット線対と他方の2値CAMセル用の検索データ用のビット線対とを別々に制御するのが好ましい。

## 【 0 0 2 5 】

また、当該連想メモリ装置を3値の連想メモリ装置として使用する場合に、記憶データ、マスクデータ（ローカルマスク）および検索データに対して、外部データ（論理データ）と内部データ（物理データ）とでデータの変換処理を行うのが好ましい。

## 【 0 0 2 6 】

また、本発明は、‘0’および‘1’の2値のデータを設定可能な2値CAMセルを用いて構成された連想メモリ装置において、

2ビット分の前記2値CAMセルを1組として、各々の組の2ビット分の2値

CAMセルに記憶された2ビットのデータで表現可能な‘00’、‘01’、‘10’および‘11’の4つの状態に、‘0’、‘1’および‘X（ドントケア）’の3つの状態を割り当て、3値のデータを設定可能な3値CAMセルの機能を実現することを特徴とする連想メモリ装置の構成方法を提供する。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下に、添付の図面に示す好適実施例に基づいて、本発明の連想メモリ装置およびその構成方法を詳細に説明する。

【0028】

図1は、本発明の連想メモリ装置の一実施例の構成概略図である。

同図に示す連想メモリ（以下、CAMという）装置10は、2値／3値のどちらのCAM装置としても利用可能なもので、CAMメモリアレイ12と、論理データー物理データ変換I/O回路14と、ローカルI/O（入出力）16と、ローカルI/Oコントロール回路18と、タイミング発生回路20と、デコーダ22と、優先順位エンコーダ24とを備えている。

【0029】

ここで、CAM装置10を2値のCAM装置として使用するか、3値のCAM装置として使用するかは信号Binaryにより決定される。この信号Binaryは、CAM装置10の外部から直接、あるいは、CAM装置10内部のレジスタ等から供給される。CAM装置10は、本実施例では、信号Binary=1の場合、2値のCAM装置として機能し、信号Binary=0の場合、3値のCAM装置として機能する。

【0030】

本発明のCAM装置10を2値のCAM装置として使用する場合、CAM装置10は、例えば図11に示す2値CAMセル100を用いて構成された従来の2値のCAM装置と同じように動作する。

【0031】

また、CAM装置10を3値のCAM装置として使用する場合、CAM装置10は、2ビット分の2値CAMセルを1組として、各々の組の2ビット分の2値

CAMセルに記憶された2ビットのデータで表現可能な‘00’、‘01’、‘10’および‘11’の4つの状態に、‘0’、‘1’および‘X（ドントケア）’の3つの状態を割り当て、3値のデータを設定可能な3値CAMセルとして使用することにより、例えば図12に示す3値CAMセル106を用いて構成された従来の3値のCAM装置と同じように動作する。

## 【0032】

図示例の連想メモリ10において、まず、CAMメモリアレイ12は、連続したアドレス0, 1, 2, ...,  $2^N - 1$ で指定される $2^N$ 個のCAMワードを備えている。本実施例では、CAMメモリアレイ12の内、偶数アドレス0, 2, 4, ...,  $2^N - 2$ で指定される $2^{N-1}$ 個のCAMワードからなる部分を偶数ワードアレイ12a、奇数アドレス1, 3, 5, ...,  $2^N - 1$ で指定される $2^{N-1}$ 個のCAMワードからなる部分を奇数ワードアレイ12bとする。

## 【0033】

偶数ワードアレイ12aに含まれるそれぞれのCAMワードとこれに対応する奇数ワードアレイ12bに含まれるそれぞれのCAMワードとは対（ペア）を構成する。例えば、偶数ワードアレイに含まれるCAMワード0と奇数ワードアレイに含まれるCAMワード1とはペアを構成する。また、CAMメモリアレイ12に含まれるそれぞれのCAMワードは、mビット幅の2値CAMセルから構成されている。

## 【0034】

図2は、本発明の連想メモリ装置で用いられるCAMワード対の一実施例の構成概略図である。同図に示すCAMワード対26は、偶数ワードアレイ12aに含まれる1ワード分のCAMワード（図1のCAMワード0）（以下、偶数CAMワードという）28と、これに対応する奇数ワードアレイ12bに含まれる1ワード分のCAMワード（図1のCAMワード1）（以下、奇数CAMワードという）30とを組み合わせることで3値CAMセルの機能を実現するものである。

## 【0035】

なお、図2では、紙面の都合上、偶数CAMワード28および奇数CAMワード30を上下方向に配置しているが、図示例のCAM装置10では、記憶データ

用のビット線対  $B_L$ ,  $/B_L$  および検索データ用のビット線対  $S_B$ ,  $/S_B$  を、偶数 CAM ワード 28 と奇数 CAM ワード 30 とで独立に制御する必要があるため、図 1 に示すように、レイアウトの配線効率の面からは、偶数 CAM ワード 28 および奇数 CAM ワード 30 を左右方向に配置するのが好ましい。

## 【 0 0 3 6 】

図示例の CAM ワード対 26 は、偶数 CAM ワード 28 および奇数 CAM ワード 30 の他、制御回路 32 を含んでいる。この制御回路 32 は、この CAM 装置 10 を 2 値の CAM 装置として使用するか、3 値の CAM 装置として使用するかを指示する信号 *Binary* に応じて、偶数 CAM ワード 28 および奇数 CAM ワード 30 の一致線出力を制御するもので、図示例の場合、AND ゲート 34 と、OR ゲート 36 と、AND ゲート 38 とから構成されている。

## 【 0 0 3 7 】

ここで、AND ゲート 34 および OR ゲート 36 には、信号 *Binary* および偶数 CAM ワード 28 の一致線出力  $ML\_0$  が共通に入力され、AND ゲート 34 からは一致線出力  $Match\_0$  が出力されている。また、AND ゲート 38 には、OR ゲート 36 の出力および奇数 CAM ワード 30 の一致線出力  $ML\_1$  が入力され、AND ゲート 38 からは、一致線出力  $Match\_1$  が出力されている。

## 【 0 0 3 8 】

図 3 は、本発明の連想メモリ装置で用いられる 2 値 CAM セルの一実施例の構成回路図である。この 2 値 CAM セル 40 は、図 11 に示す 2 値 CAM セル 100 において、記憶データと検索データとで共用されていたビット線対  $B_L$ ,  $/B_L$  を、記憶データ用のビット線対  $B_L$ ,  $/B_L$  と、検索データ用のビット線対  $S_B$ ,  $/S_B$  とに分離したものであるから、同一の構成要件には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 3 9 】

この 2 値 CAM セル 40 は、ビット線対を記憶データ用と検索データ用とに分離しているので、図 11 に示す 2 値 CAM セル 100 よりも高速で、低消費電力である等の利点がある。なお、本発明の CAM 装置では、図 3 や図 11 に示す C

AMセル40, 100の他、従来公知の構成のCAMセルはどれも利用可能である。すなわち、本発明のCAM装置で利用可能なCAMセルは、2値CAMセルであればよく、そのデータ記憶部42および一致比較部44の構成も何ら限定されない。

#### 【0040】

CAM装置10が2値のCAM装置として使用される場合、偶数CAMワード28および奇数CAMワード30はそれぞれ独立に2値CAMワードとして使用される。これに対し、CAM装置10が3値のCAM装置として使用される場合、偶数CAMワード28の各々のCAMセル40と、これに対応する奇数CAMワード30の各々のCAMセル40とが対（ペア）を構成し、2ビット分の2値CAMセルを3値CAMセルとして使用する。

#### 【0041】

すなわち、2ビット分の2値CAMセル40に設定可能な記憶データの4つの状態00, 01, 10, 11の内の3つの状態を使用して、3値CAMセルの0, 1, X（ドントケア）の各状態を割り当てる。例えば、本実施例では、2ビット分の2値CAMセルの00が3値CAMセルの0、11が3値CAMセルの1、10が3値CAMセルのドントケアを表す。なお、3値CAMセルの0, 1, Xを2値CAMセルのどの状態に割り当てるかは何ら限定されない。

#### 【0042】

また、本実施例では、CAM装置10を3値のCAM装置として使用する場合、各々のCAMワード対26において、偶数CAMワード28に含まれる各CAMセル0, 1, 2, ..., m-1と奇数CAMワード30に含まれる各CAMセル0, 1, 2, ..., m-1とを対応させて対を構成しているが、これも限定されず、偶数CAMワード28に含まれるCAMセルと奇数CAMワード30に含まれるCAMセルとをどのように組み合わせてもよい。

#### 【0043】

以下、図4に示す対応表を参照しながら、2値CAMセルをそのまま2値CAMセルとして使用する場合、ならびに、2ビット分の2値CAMセルを組み合わせる3値CAMセルとして使用する場合について説明する。

## 【 0 0 4 4 】

まず、図 4 ( a ) は、CAM 装置を 2 値の CAM 装置として使用した場合の、外部の記憶データと内部の記憶データ（記憶セルデータ）との関係、および、検索データと検索データ用のビット線対との関係を表す対応表である。

## 【 0 0 4 5 】

CAM 装置 1 0 を 2 値の CAM 装置として使用した場合（信号 Binary = 1）、図 2 に示す CAM ワード対 2 6 において、制御回路 3 2 の AND ゲート 3 4, 3 8 からは、一致線出力 Match\_0, Match\_1 として、それぞれ偶数 CAM ワード 2 8 の一致線出力 ML\_0 および奇数 CAM ワード 3 0 の一致線出力 ML\_1 が出力され、偶数 CAM ワード 2 8 および奇数 CAM ワード 3 0 は 1 ワードずつ独立に機能する。

## 【 0 0 4 6 】

すなわち、図 4 ( a ) の対応表に示すように、従来の 2 値の CAM 装置の場合と全く同様に、外部から CAM 装置 1 0 の所定の CAM ワードへ記憶データとして 0 を書き込む場合、記憶データとして 0 が入力され、これがそのまま CAM セルデータとして CAM ワードに書き込まれる。記憶データとして 1 を書き込む場合も同じである。

## 【 0 0 4 7 】

また、CAM ワードから記憶セルデータとして 0 が読み出されると、これもそのまま CAM 装置 1 0 の外部へ記憶データとして出力される。記憶セルデータとして 1 が読み出される場合も同じである。

## 【 0 0 4 8 】

また、検索データとして 0 が入力されると、CAM メモリアレイ 1 2 の全ての検索データ用のビット線対 SB, /SB はそれぞれ 0, 1 にドライブ（0 ドライブ）される。同じく、検索データとして 1 が入力されると、検索データ用のビット線対 SB, /SB はそれぞれ 1, 0 にドライブ（1 ドライブ）される。また、ドントケア（グローバルマスク）が設定されると、検索データ用のビット線対 SB, /SB は共に 0 にドライブされる。

## 【 0 0 4 9 】

一方、図 4 (b) は、CAM 装置を 3 値の CAM 装置として使用した場合の、外部の記憶データと、例えば図 1 2 に示す 3 値 CAM セルを用いて構成された従来の 3 値の CAM 装置において、記憶データとして 0, 1, X (ドントケア) を書き込む場合に入力される記憶セルデータおよびマスクセルデータ (論理データ) と、内部の記憶データ (物理データ) との関係、ならびに、検索データと検索データ用のビット線対 (偶数ワードおよび奇数ワード) との関係を表す対応表である。

## 【 0 0 5 0 】

CAM 装置 1 0 を 3 値の CAM 装置として使用した場合 (信号 Binary = 0)、図 2 に示す CAM ワード対 2 6 において、制御回路 3 2 の AND ゲート 3 4 からは、一致線出力 Match\_\_0 として常にロウレベルが出力され、常時不一致が検出された状態とされる。また、AND ゲート 3 8 からは、一致線出力 Match\_\_1 として、偶数 CAM ワード 2 8 の一致線出力 ML\_\_0 および奇数 CAM ワード 3 0 の一致線出力 ML\_\_1 の論理積が出力される。

## 【 0 0 5 1 】

すなわち、CAM 装置 1 0 を 3 値の CAM 装置として使用する場合、偶数 CAM ワード 2 8 と奇数 CAM ワード 3 0 の AND 検索が行われる。また、本実施例の場合、奇数 CAM ワード 3 0 がこの CAM ワード対 2 6 の代表ワードとなる。なお、代表ワードはどちらにしてもよい。従って、CAM ワード対 2 6 で 1 ワード分の 3 値 CAM ワードとして機能するので、ワード数は、CAM 装置 1 0 を 2 値の CAM 装置として使用した場合の半分になる。

## 【 0 0 5 2 】

図 4 (b) の対応表に示すように、記憶データとして 0 を書き込む場合、例えば図 1 2 に示す 3 値 CAM セルを用いて構成された従来の 3 値の CAM 装置では、論理データとして 0, 0 が入力される。この 0, 0 は、図 1 2 に示す 3 値 CAM セル 1 0 6 に設定される記憶データとマスクデータに相当するものである。本発明の CAM 装置 1 0 の内部では、論理データとして 0, 0 が入力されると、記憶データとして、偶数 CAM ワードおよび奇数 CAM ワード共に 0 が書き込まれる。



## 【 0 0 5 3 】

また、記憶データとして1を書き込む場合、同じく従来の3値のCAM装置では、論理データとして1, 0が入力される。本発明のCAM装置10の内部では、論理データとして1, 0が入力されると、記憶データとして、偶数CAMワードおよび奇数CAMワード共に1が書き込まれる。

## 【 0 0 5 4 】

また、記憶データとしてドントケアを設定する場合、同じく従来の3値のCAM装置では、論理データとしてX（不定），1が入力される。ここで、X（不定）は、0または1のどちらでもよいという意味である。本発明のCAM装置10の内部では、論理データとしてX，1が入力されると、記憶データとして、偶数CAMワードに1、奇数CAMワードに0が書き込まれる。

## 【 0 0 5 5 】

また、記憶データとして、偶数CAMワード28および奇数CAMワード30から0, 0が読み出されると、論理データとして0, 0が出力され、外部では、記憶データとして0が読み出されたものと判断される。

## 【 0 0 5 6 】

また、偶数CAMワード28および奇数CAMワード30から1, 1が読み出されると、論理データとして1, 0が出力され、記憶データとして1が読み出されたものと判断される。

## 【 0 0 5 7 】

偶数CAMワード28および奇数CAMワード30から1, 0が読み出されると、論理データとして、X（不定）、1が出力され、記憶データはドントケアであると判断される。

## 【 0 0 5 8 】

また、検索データとして0が入力されると、奇数CAMワード30の検索データ用のビット線対SB，／SBだけがそれぞれ0, 1にドライブ（0ドライブ）される。この時、偶数CAMワード28の検索データ用のビット線対SB，／SBは0, 0にドライブ（ドントケア）され、常に一致が検出される。従って、検索データとして0が入力された場合、一致が検出されるのは、記憶データとして

0 および X が設定されている場合である。

【0059】

また、検索データとして 1 が入力されると、偶数 CAM ワード 28 の検索データ用のビット線対 SB, /SB だけがそれぞれ 1, 0 にドライブ (1 ドライブ) される。この時、奇数 CAM ワード 30 の検索データ用のビット線対 SB, /SB は 0, 0 にドライブ (ドントケア) され、常に一致が検出される。従って、検索データとして 1 が入力された場合、一致が検出されるのは、記憶データとして 1 および X が設定されている場合である。

【0060】

また、ドントケア (グローバルマスク) が設定されると、偶数 CAM ワード 28 および奇数 CAM ワード 30 の検索データ用のビット線対 SB, /SB は全て 0, 0 にドライブされる。

【0061】

CAM 装置 10 を 3 値の CAM 装置として使用した場合に、外部 (論理データ) と内部 (物理データ) との間の記憶データおよび検索データの変換は、図 1 に示す論理データ-物理データ変換 I/O 回路 14 により行われる。

【0062】

論理データ-物理データ変換 I/O 回路 14 は、この CAM 装置 10 を 3 値の CAM 装置として使用する場合に、記憶データ、マスクデータ、検索データ等について、論理データ (外部データ) と物理データ (内部データ) とでデータの変換処理を行う。また、本実施例では、論理データ-物理データ変換 I/O 回路 14 は、外部からこの CAM 装置 10 に対して入力される記憶データおよび検索データの書き込みのマスク処理も併せて行う。

【0063】

ここで、信号 Global\_mask [m-1:0] は、外部から CAM 装置 10 に対して入力されるグローバルマスクであって、記憶データおよび検索データの書き込みをマスクする。この信号 Global\_mask [m-1:0] によりマスクされたビットは、全ての CAM ワードの同一ビットに対して有効であり、記憶データの場合にはマスクされたビットは CAM ワードに書き込まれず、

検索データの場合にはドントケアとなり、常に一致が検出される。

【0064】

信号 `Search_data [m-1:0]` は、外部からCAM装置10に対して入力される検索データである。

【0065】

信号 `Local_data_in [m-1:0]` は、外部からCAM装置10に対して入力される（書き込まれる）記憶データ、信号 `Local_data_out [m-1:0]` は、CAM装置10から外部へ出力される（読み出される）記憶データである。

【0066】

信号 `Local_mask_in [m-1:0]` は、このCAM装置10を3値のCAM装置として使用する場合に、外部からCAM装置10に対して入力されるマスクデータ、信号 `Local_mask_out [m-1:0]` は、このCAM装置10を3値のCAM装置として使用する場合に、このCAM装置10から外部へ出力されるマスクデータである。このマスクデータは、グローバルマスクに対してローカルマスクという。

【0067】

信号 `Even_wd [m-1:0]` , `/Even_wd [m-1:0]` は、偶数ワードアレイ12a用の記憶データの書き込みデータ、信号 `Even_sd [m-1:0]` , `/Even_sd [m-1:0]` は、偶数ワードアレイ12a用の検索データの書き込みデータである。これらの書き込みデータは、いずれも論理データー物理データ変換I/O回路14から出力され、偶数ワードアレイ12a用のローカルI/Oへ入力される。

【0068】

また、信号 `Even_rd [m-1:0]` は、偶数ワードアレイ12a用の記憶データの読み出しデータあり、偶数ワードアレイ12a用のローカルI/Oから出力され、論理データー物理データ変換I/O回路14へ入力される。

【0069】

信号 `Odd_wd [m-1:0]` , `/Odd_wd [m-1:0]` は、奇数ワ

ードアレイ用の記憶データの書き込みデータ、信号  $Odd\_sd[m-1:0]$  ,  $/Odd\_sd[m-1:0]$  は、奇数ワードアレイ用の検索データの書き込みデータである。これらの書き込みデータは、いずれも論理データー物理データ変換 I/O 回路 14 から出力され、奇数ワードアレイ 12 b 用のローカル I/O へ入力される。

## 【 0 0 7 0 】

また、信号  $Odd\_rd[m-1:0]$  は、奇数ワードアレイ用の記憶データの読み出しデータであり、奇数ワードアレイ 12 b 用のローカル I/O から出力され、論理データー物理データ変換 I/O 回路 14 へ入力される。

## 【 0 0 7 1 】

従来の CAM 装置では、CAM メモリアレイに含まれる全ての CAM ワードが同時に制御されるため、記憶データ、マスクデータおよび検索データについて、外部データ（論理データ）と内部データ（物理データ）とでデータの変換処理を行う必要はない。すなわち、CAM 装置の外部から CAM 装置へ入力される外部データは CAM 装置内部へそのまま入力され、CAM 装置の内部データもそのまま CAM 装置の外部へ出力される。

## 【 0 0 7 2 】

ところで、本発明の CAM 装置 10 を 2 値の CAM 装置として使用する場合、例えば図 11 に示す 2 値 CAM セル 100 を用いて構成された 2 値の CAM 装置と同じ使用方法で使用可能であるのが好ましい。また同様に、本発明の CAM 装置 10 を 3 値の CAM 装置として使用する場合、例えば図 12 に示す 3 値 CAM セル 106 を用いて構成された 3 値の CAM 装置と同じ使用方法で使用可能であるのが好ましい。

## 【 0 0 7 3 】

しかし、本発明の CAM 装置 10 では、CAM メモリアレイ 12 が 2 つのブロック、本実施例の場合、偶数ワードアレイ 12 a および奇数ワードアレイ 12 b に分割され、それぞれ個別に制御する必要があるし、本発明の CAM 装置 10 を 3 値の CAM 装置として使用する場合、2 ビットの CAM セルを組み合わせる 3 値 CAM セルと同等の機能を実現するため、外部データと内部データとでデータ

の変換処理を行う必要がある。

【0074】

図5は、本発明の連想メモリ装置で用いられる論理データ-物理データ変換I/O回路の一実施例の構成回路図である。同図に示す論理データ-物理データ変換I/O回路14は、図4に示す対応表に従って、記憶データ（書き込みデータおよび読み出しデータ）、マスクデータおよび検索データの変換を行うもので、記憶データ（書き込みデータ）用回路54と、検索データ用回路56と、記憶データ（読み出しデータ）用回路58とを備えている。

【0075】

記憶データ（書き込みデータ）用回路54は、信号Binaryに応じて、外部から入力される信号Local\_data\_in[i]および信号Local\_mask\_in[i]を、内部で使用する信号Even\_wd[i]、/Even\_wd[i]および信号Odd\_wd[i]、/Odd\_wd[i]に変換するもので、ANDゲート60と、2つのセクタ62a、62bと、4つのORゲート64a、64b、64c、64dとから構成されている。

【0076】

ANDゲート60には、その第1の入力端子に信号Local\_mask\_in[i]、その第2の入力端子（反転入力）に信号Binaryがそれぞれ入力され、その出力はセクタ62a、62bの選択端子に入力されている。セクタ62a、62bの端子D0には共に信号Local\_data\_in[i]が入力され、その端子D1にはそれぞれ1（ハイレベル）および0（ロウレベル）が入力されている。

【0077】

セクタ62aの出力は、ORゲート64aの第1の入力端子およびORゲート64bの第1の入力端子（反転入力）に入力され、セクタ62bの出力は、ORゲート64cの第1の入力端子およびORゲート64dの第1の入力端子（反転入力）に入力されている。ORゲート64a、64b、64c、64dの第2の入力端子には信号Global\_mask[i]が共通に入力され、ORゲート64a、64b、64c、64dからは、それぞれ信号Even\_wd[i]

],  $\neg$ Even\_wd[i] および信号Odd\_wd[i],  $\neg$ Odd\_wd[i] が出力されている。

【0078】

記憶データ（書き込みデータ）用回路54では、信号Global\_mask[i] = 1の場合、すなわち、グローバルマスクが指示された場合には、無条件に、ORゲート64a, 64b, 64c, 64dの出力は1、すなわち、信号Even\_wd[i],  $\neg$ Even\_wd[i] および信号Odd\_wd[i],  $\neg$ Odd\_wd[i] は全てハイレベルとなり、記憶データの書き込みがマスクされる。

【0079】

信号Global\_mask[i] = 0で、信号Binary = 1の場合、すなわち、グローバルマスクが指定されておらず、CAM装置10を2値のCAM装置として使用する場合、ANDゲート60の出力は0となる。

【0080】

これにより、セクタ62a, 62bからは信号Local\_data\_in[i] が出力され、信号Even\_wd[i] および信号Odd\_wd[i] は信号Local\_data\_in[i] と同じレベル、信号 $\neg$ Even\_wd[i] および信号 $\neg$ Odd\_wd[i] は信号Local\_data\_in[i] の反対のレベルになる。すなわち、外部から入力される記憶データは、そのままアドレス信号Address[0] により指定される偶数CAMワード28または奇数CAMワード30に書き込まれる。

【0081】

また、信号Global\_mask[i] = 0で、信号Binary = 0の場合、すなわち、グローバルマスクが指定されておらず、CAM装置10を3値のCAM装置として使用する場合、ANDゲート60からは信号Local\_mask\_in[i] が出力される。

【0082】

ここで、信号Local\_mask\_in[i] = 1の場合、すなわち、ローカルマスクが指定された場合、セクタ62a, 62bからはそれぞれ1および

0が出力される。これにより、信号Even\_wd[i], /Even\_wd[i] および信号Odd\_wd[i], /Odd\_wd[i] はそれぞれ1, 0および0, 1になる。すなわち、偶数CAMワード28には1、奇数CAMワード30には0が書き込まれる。

## 【0083】

一方、信号Local\_mask\_in[i] = 0の場合、すなわち、ローカルマスクが指定されていない場合、信号Even\_wd[i] および信号Odd\_wd[i] は信号Local\_data\_in[i] と同じレベル、信号/Even\_wd[i] および信号/Odd\_wd[i] は信号Local\_data\_in[i] の反対のレベルになる。すなわち、外部から入力される記憶データがそのまま偶数CAMワード28および奇数CAMワード30に書き込まれる。

## 【0084】

続いて、検索データ用回路56は、信号Binaryに応じて、外部から入力される信号Search\_data[i] を、内部で使用する信号Even\_sd[i], /Even\_sd[i] および信号Odd\_sd[i], /Odd\_sd[i] に変換するもので、4つのANDゲート66a, 66b, 66c, 66dから構成されている。

## 【0085】

ANDゲート66a, 66cの第1の入力端子およびANDゲート66b, 66dの第1の入力端子（反転入力）には信号Search\_data[i] が、ANDゲート66b, 66cの第2の入力端子には信号Binaryが入力されている。また、ANDゲート66a, 66dの第2の入力端子（反転入力）およびANDゲート66b, 66cの第3の入力端子（反転入力）には信号Global\_mask[i] が共通に入力され、ANDゲート66a, 66b, 66c, 66dからは、それぞれ信号Even\_sd[i], /Even\_sd[i] および信号Odd\_sd[i], /Odd\_sd[i] が出力されている。

## 【0086】

検索データ用回路56では、信号Global\_mask[i] = 1の場合、

すなわち、グローバルマスクが指定されると、無条件に、ANDゲート66a, 66b, 66c, 66dの出力は0、すなわち、信号Even\_sd[i], /Even\_sd[i] および信号Odd\_sd[i], /Odd\_sd[i] は全てロウレベルとなり、対応するビットiの一致検索は行われな(ドントケア)。

## 【0087】

信号Global\_mask[i] = 0で、信号Binary = 1の場合、すなわち、グローバルマスクが指定されておらず、CAM装置10を2値CAM装置として使用する場合、信号Even\_sd[i] および信号Odd\_sd[i] は信号Search\_data[i] と同じレベルとなり、信号/Even\_sd[i] および信号/Odd\_sd[i] は信号Search\_data[i] の反対のレベルになる。

## 【0088】

すなわち、外部から入力される検索データがそのまま偶数ワードアレイ12a および奇数ワードアレイ12bの検索データ用のビット線対SB, /SBに同時にドライブされる。

## 【0089】

また、信号Global\_mask[i] = 0で、信号Binary = 0の場合、すなわち、グローバルマスクが指定されておらず、CAM装置10を3値のCAM装置として使用する場合、信号Even\_sd[i] は信号Search\_data[i] と同じレベル、信号/Odd\_sd[i] は信号Search\_data[i] の反対のレベルとなり、信号/Even\_sd[i] および信号Odd\_sd[i] は0になる。

## 【0090】

すなわち、信号Search\_data[i] = 0の場合、奇数ワードアレイ12bの検索データ用のビットバー線/SBだけがハイレベルにドライブされ、信号Search\_data[i] = 1の場合、偶数ワードアレイ12aの検索データ用のビット線SBだけがハイレベルにドライブされる。

## 【0091】



記憶データ（読み出しデータ）用回路 5 8 は、内部から読み出される信号 `Even__rd[i]` および信号 `Odd__rd[i]` を、外部へ出力される信号 `Local__mask__out[i]` および信号 `Local__data__out[i]` に変換するもので、2 つの AND ゲート 6 8 a, 6 8 b から構成されている。

## 【 0 0 9 2 】

AND ゲート 6 8 a, 6 8 b の第 1 の入力端子には信号 `Even__rd[i]` が共通に入力され、AND ゲート 6 8 a の第 2 の入力端子（反転入力）および AND ゲート 6 8 b の第 2 の入力端子には信号 `Odd__rd[i]` が共通に入力されている。また、AND ゲート 6 8 a, 6 8 b からは、それぞれ信号 `Local__mask__out[i]` および信号 `Local__data__out[i]` が出力されている。

## 【 0 0 9 3 】

記憶データ（読み出しデータ）用回路 5 8 では、CAM 装置 1 0 を 2 値の CAM 装置として使用する場合、アドレス信号 `Address` 信号 [0] で指定される、偶数ワードアレイ 1 2 a 用または奇数ワードアレイ 1 2 b 用のローカル I/O の内のどちらか一方のセンスアンプだけが活性化され、信号 `Even__rd[i]` または信号 `Odd__rd[i]` の一方にのみ有効なデータが出力される。なお、他方のスタンバイ時の状態はハイレベルとする。

## 【 0 0 9 4 】

したがって、信号 `Local__data__out[i]` として、アドレス信号 `Address` 信号 [0] で指定される信号 `Even__rd[i]` または信号 `Odd__rd[i]` のどちらかが出力される。なお、記憶データの読み出し用のセンスアンプのスタンバイ時の状態はハイレベルに限定されず、ロウレベルの場合には、これに合わせて記憶データ（読み出しデータ）用回路 5 8 の論理を変更すればよい。

## 【 0 0 9 5 】

また、CAM 装置 1 0 を 3 値の CAM 装置として使用する場合、偶数ワードアレイ 1 2 a 用および奇数ワードアレイ 1 2 b 用のローカル I/O のセンスアンプが同時に活性化され、信号 `Even__rd[i]` および信号 `Odd__rd[i]`

】に同時に有効なデータが出力される。

【0096】

ここで、記憶データ（読み出しデータ）用回路58に、信号Even\_\_rd[i] および信号Odd\_\_rd[i] = 0, 0が入力されると、すなわち、2ビット分の2値CAMセルを組み合わせで実現した3値CAMセルに、記憶データとして0が記憶されている場合、信号Local\_\_data\_\_out[i] および信号Local\_\_mask\_\_out[i] = 0, 0が出力される。

【0097】

また、信号Even\_\_rd[i] および信号Odd\_\_rd[i] = 1, 1が入力されると、すなわち、記憶データとして1が記憶されている場合、信号Local\_\_data\_\_out[i] および信号Local\_\_mask\_\_out[i] = 1, 0が出力される。

【0098】

また、信号Even\_\_rd[i] および信号Odd\_\_rd[i] = 1, 0が入力されると、すなわち、記憶データとしてX（ドントケア）が記憶されている場合、信号Local\_\_data\_\_out[i] および信号Local\_\_mask\_\_out[i] = 0, 1が出力される。

【0099】

なお、論理データー物理データ変換I/O回路14によるデータの変換処理は、CAM装置10の内部構造、例えばCAMメモリアレイ12をどのような2つのブロックに分割するのか、どのような2ビットの2値CAMセルを組み合わせるのか、2ビットの2値CAMセルで指定される4つの状態に対してどのように3値CAMセルの3つの状態を割り当てるのか等に応じて変更する必要があるのは当然のことである。

【0100】

また、本実施例では、CAM装置10を2値のCAM装置として使用する場合も、3値のCAM装置として使用する場合も、従来の2値および3値のCAM装置と同じ使用方法で使用可能とするために、記憶データや検索データの変換処理をしているが、これに限定されず、本発明独自の使用方法を採用し、論理データ

ー物理データ変換I/O回路14によるデータの変換処理後のデータを書き込むようにしてもよい。

## 【0101】

続いて、図1に示すCAM装置10において、ローカルI/O16は、偶数ワードアレイ12a用および奇数ワードアレイ12b用のローカルI/Oをそれぞれ備えている。各々のローカルI/Oは、記憶データ用のビット線対BL、/BL、検索データ用のビット線対SB、/SB、各々のCAMワードから読み出される記憶データをドライブする。

## 【0102】

各々のローカルI/Oは、検索データ用のビット線対SB、/SBのドライバ、記憶データ用のビット線対BL、/BLの書き込み用のドライバ、同読み出し用のセンスアンプ、同プリチャージ回路等により構成される。各構成回路の動作は、次のローカルI/Oコントロール回路18で発生される制御信号により制御される。

## 【0103】

ローカルI/Oコントロール回路18は、最下位ビットのアドレス信号Address[0] および信号Binaryに応じて、偶数ワードアレイ用および奇数ワードアレイ用の各ローカルI/Oの動作を制御する、信号Even\_sre, Odd\_sre、信号Even\_wre, Odd\_wre、信号Even\_rde, Odd\_rdeおよび信号Even\_b1pc, Odd\_b1pc等の各種の制御信号を発生する。

## 【0104】

ここで、信号Even\_sre, Odd\_sreは、検索データ用のビット線対SB、/SBのドライブを指示する信号である。

## 【0105】

信号Even\_wre, Odd\_wreは、記憶データ用のビット線対BL、/BLのドライブを指示する信号である。

## 【0106】

CAM装置10を2値のCAM装置として使用する場合、アドレス信号Add

ress [0] に対応する信号 Even\_wre, Odd\_wre の内の一方のみがイネーブルとされ、ペアの偶数CAMワードおよび奇数CAMワードの内の一方にのみ書き込みが行われる。これに対し、CAM装置10を3値のCAM装置として使用する場合、アドレス信号 Address [0] の状態に係わらず、信号 Even\_wre, Odd\_wre の両方がイネーブルとされ、ペアの偶数CAMワードおよび奇数CAMワードの両方に同時に書き込みが行われる。

## 【0107】

また、信号 Even\_rde, Odd\_rde は、記憶データ用のビット線対 BL, /BL のセンスアンプイネーブルである。

## 【0108】

記憶データの書き込みの場合と同じように、CAM装置10を2値のCAM装置として使用する場合、ペアの偶数CAMワードおよび奇数CAMワードの内、アドレス信号 Address [0] に対応するCAMワードからのみ記憶データの読み出しが行われる。これに対し、CAM装置10を3値のCAM装置として使用する場合、ペアの偶数CAMワードおよび奇数CAMワードの両方から同時に記憶データの読み出しが行われる。

## 【0109】

信号 Even\_b1pc, Odd\_b1pc は、記憶データ用のビット線対 BL, /BL のプリチャージを指示する信号で、記憶データの読み出し（リード）時および書き込み（ライト）時に、記憶データ用のビット線対 BL, /BL に対するプリチャージを停止する。

なお、ローカル I/O コントロール回路18で発生される各種の制御信号は、タイミング発生回路20で発生されるタイミング信号に同期して出力される。

## 【0110】

続いて、図1に示すCAM装置10において、デコーダ22は、最下位ビットを除く N-1 ビットのアドレス信号 Address [N-1:1] をデコードし、これに対応した2ワード分のCAMワード、すなわち、ペアの偶数CAMワードおよび奇数CAMワードを指定する共通ワード線をドライブする。この共通ワード線によりドライブされる2ワード分のCAMワードの内、前述のローカル I

／Oコントロール回路18により、アドレス信号Address[0]で指定されるCAMワードに対して記憶データの書き込みまたは読み出しが行われる。

#### 【0111】

優先順位エンコーダ24は、CAMメモリアレイ12に含まれる全てのCAMワードから、それぞれ一致線Match\_0, Match\_1, Match\_2, ..., Match\_2<sup>N-1</sup>を介して入力される一致線出力に基づいて、一致が検出されたCAMワードのメモリアドレスを所定の優先順位に従って順次エンコードし、これを最優先順位ヒットアドレスHHA[N-1:0]として順次出力する。

#### 【0112】

本発明のCAM装置10は、2値CAMセルを基本として構成され、2ビット分の2値CAMセルを組み合わせる3値CAMセルとして使用するので、2値のCAM装置としても3値のCAM装置としても利用可能であり、2値のCAM装置として使用する場合には従来の2値のCAM装置と同じように、また、3値のCAM装置として使用する場合には従来の3値のCAM装置と同じように動作する。

#### 【0113】

次に、本発明の適用範囲を明確化するために、本発明のCAM装置の別の例について説明する。

#### 【0114】

図6は、本発明の連想メモリ装置の別の実施例の構成概略図である。

同図に示すCAM装置70は、図1に示すCAM装置10において、さらに、3つのセレクタ72a, 72b, 72cと、レジスタ74とを備え、外部から書き込まれる検索データと記憶データとマスクデータのデータ線、内部で使用する記憶データと検索データのデータ線対、および、外部へ読み出される記憶データとマスクデータのデータ線をそれぞれ共通化したものである。

#### 【0115】

ここで、論理データ-物理データ変換I/O回路14には、外部から信号Search\_data[m-1:0]、信号Local\_data\_in[m-1

: 0] および信号 `Local_mask_in [m-1:0]` を共通化した信号 `in [m-1:0]` が入力されている。また、この信号 `in [m-1:0]` はレジスタにも入力され、レジスタの出力は、論理データ-物理データ変換 I/O 回路 14 へ入力されている。

## 【0116】

信号 `in [m-1:0]` として、記憶データ（信号 `Local_data_in [m-1:0]`）およびマスクデータ（信号 `Local_mask_in [m-1:0]`）と、検索データ（信号 `Search_data [m-1:0]`）とが時分割に入力される。レジスタ 74 には、記憶データおよびマスクデータの内の先に入力されたデータが保持され、後から入力されるデータと共に論理データ-物理データ変換 I/O 回路 14 へ入力される。

## 【0117】

セクタ 72a には、論理データ-物理データ変換 I/O 回路 14 から、信号 `Even_wd [m-1:0]`、`/Even_wd [m-1:0]` および信号 `Even_sd [m-1:0]`、`/Even_sd [m-1:0]` が入力され、セクタ 72a からは、信号 `Even_sw_d [m-1:0]`、`/Even_sw_d [m-1:0]` が出力され、偶数ワードアレイ 12a に対応するローカル I/O へ入力されている。

## 【0118】

同じように、セクタ 72b には、論理データ-物理データ変換 I/O 回路 14 から、信号 `Odd_wd [m-1:0]`、`/Odd_wd [m-1:0]` および信号 `Odd_sd [m-1:0]`、`/Odd_sd [m-1:0]` が入力され、セクタ 72b からは、信号 `Odd_sw_d [m-1:0]`、`/Odd_sw_d [m-1:0]` が出力され、奇数ワードアレイ 12a に対応するローカル I/O へ入力されている。

## 【0119】

また、セクタ 72c には、論理データ-物理データ変換 I/O 回路 14 から、信号 `Local_data_out [m-1:0]` および信号 `Local_mask_out [m-1:0]` が入力され、セクタ 72c からは、信号 `out`

[ $m-1:0$ ] が外部へ出力されている。

【0120】

図6に示すCAM装置70では、データ線を共通化し、共通化されたデータ線を時分割に使用することにより、内部のデータ線の本数を削減すると共に、入出力ピンも削減することができる。

【0121】

次に、本発明のCAM装置で利用可能なCAMワードの別の例を挙げて説明する。

【0122】

既に述べたように、本発明のCAM装置では、2ビットの2値CAMセルの組合せは何ら限定されず、任意の2ビットの2値CAMセルを組み合わせて3値CAMセルの機能を実現することができる。

【0123】

図7に示すCAMワード76は、同一CAMワード内の2ビット分の2値CAMセル、図示例の場合、偶数ビットと奇数ビットとを組み合わせる3値CAMセルの機能を実現するものである。

【0124】

このように2ビットの2値CAMセルを組み合わせて3値CAMセルの機能を実現する場合、1ワードのビット幅は半分になる。また、図1に示すCAM装置10では、CAMメモリアレイ12を偶数ワードアレイ12aと奇数ワードアレイ12bに分けて別々に制御しているが、図7に示すCAMワード76を用いて本発明のCAM装置を構成した場合、CAMワードを偶数ビットと奇数ビットに分けて別々に制御するようにすればよい。

【0125】

図8(a)は、CAM装置を2値のCAM装置として使用した場合の、外部の記憶データと内部の記憶データ(記憶セルデータ)との関係、および、検索データと検索データ用のビット線対との関係を表す対応表、同図(b)は、CAM装置を3値のCAM装置として使用した場合の、外部の記憶データと、従来の3値のCAM装置において、記憶データとして0, 1, X(ドントケア)を書き込む

場合に入力される記憶セルデータおよびマスクセルデータ（論理データ）と、内部の記憶データ（物理データ）との関係、ならびに、検索データと検索データ用のビット線対（偶数ビットおよび奇数ビット）との関係を表す対応表である。

#### 【 0 1 2 6 】

図 2 に示す CAM ワード対 2 6 を用いて構成された CAM 装置 1 0 では、検索データ用のビット線対 S B, / S B が偶数ワードアレイおよび奇数ワードアレイ別々に制御されるのに対して、図 7 に示す CAM ワード 7 6 を用いて構成された CAM 装置では、偶数ビットおよび奇数ビットが別々に制御される点を除いて、図 7 に示す CAM ワード 7 6 を用いて構成された CAM 装置の動作は、この対応表に示すように、基本的に CAM 装置 1 0 と同じである。

#### 【 0 1 2 7 】

なお、図示例では、偶数ビットと奇数ビットを組み合わせる 3 値 CAM セルの機能を実現しているが、同一 CAM ワード内の 2 ビットの 2 値 CAM セルをどのように組み合わせてもよい。

#### 【 0 1 2 8 】

続いて、図 9 に示す CAM ワード対 7 8 は、同一 CAM ワード内の 2 ビット分の 2 値 CAM セル、図示例の場合、偶数ビットと奇数ビットとを組み合わせる 3 値 CAM セルの機能を実現するか、CAM ワード対 7 8 に含まれる 2 つの CAM ワード、図示例の場合、偶数 CAM ワード 2 8 に含まれる各々のビットと奇数 CAM ワード 3 0 に含まれる各々のビットとを組み合わせる 3 値 CAM セルの機能を実現するかどちらにも設定可能なものである。

#### 【 0 1 2 9 】

図 9 に示す CAM ワード対 7 8 は、図 2 に示す CAM ワード対 2 6 において、制御回路 3 2 の構成を変更したものである。図 9 に示す CAM ワード対 7 8 において、制御回路 8 0 は、AND ゲート 8 2 と、インバータ 8 4 と、スイッチ回路 8 6 とを備えている。また、スイッチ回路 8 6 は、N 型 MOS トランジスタ（以下、NMOS という）と P 型 MOS トランジスタ（以下、PMOS という）とにより構成されている。

#### 【 0 1 3 0 】



ここで、ANDゲート82には、信号Binaryおよび偶数CAMワード28の一致線出力が入力されている。また、スイッチ回路86のNMOSおよびPMOSは、偶数CAMワード28の一致線出力と奇数CAMワード30の一致線出力との間に並列に接続され、NMOSのゲートにはインバータ84を介して信号Binaryが入力され、PMOSのゲートには信号Binaryが直接入力されている。

#### 【0131】

このCAMワード対78を用いて構成されたCAM装置を2値のCAM装置として使用した場合（信号Binary=1）、スイッチ回路86はオフする。これにより、ANDゲート82からは、偶数CAMワード28の一致線出力が出力され、偶数CAMワード28の一致線出力と奇数CAMワード30の一致線出力は電氣的に分離され、偶数CAMワード28および奇数CAMワード30は1ワードずつ独立に機能する。

#### 【0132】

一方、CAMワード対78を用いて構成されたCAM装置を3値のCAM装置として使用した場合（信号Binary=0）、ANDゲート82の出力はロウレベルとなり、スイッチ回路86はオンする。これにより、偶数CAMワード28の一致線出力と奇数CAMワードの一致線出力が電氣的に接続され、奇数CAMワード30を代表ワードとして、偶数CAMワード28と奇数CAMワード30のAND検索が行われる。

#### 【0133】

本発明の連想メモリ装置およびその構成方法は、基本的に以上のようなものである。

以上、本発明の連想メモリ装置およびその構成方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしてもよいのはもちろんである。

#### 【0134】

##### 【発明の効果】

以上詳細に説明した様に、本発明の連想メモリ装置は、本発明の連想メモリ装

置の構成方法を適用して構成されたもので、2値のデータを設定可能な2値CAMセルを用いて構成され、2値CAMセルを2値CAMセルとして使用し、当該連想メモリ装置を2値連想メモリ装置として使用するか、2ビット分の2値CAMセルを組み合わせて3値CAMセルとして使用し、当該連想メモリ装置を3値連想メモリ装置として使用するかを設定可能に構成されたものである。

また、本発明の連想メモリ装置の構成方法は、2ビット分の2値CAMセルを組み合わせて3値CAMセルの機能を実現するものである。

これにより、本発明の連想メモリ装置およびその構成方法によれば、2値／3値のどちらの連想メモリ装置としても使用することができ、2値の連想メモリ装置として使用した場合にも記憶ビットが無駄にならないという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の連想メモリ装置の一実施例の構成概略図である。

【図2】 本発明の連想メモリ装置で用いられるCAMワード対の一実施例の構成概略図である。

【図3】 本発明の連想メモリ装置で用いられる2値CAMセルの一実施例の構成回路図である。

【図4】 (a)は、CAM装置を2値のCAM装置として使用した場合の、外部の記憶データと内部の記憶データ（記憶セルデータ）との関係、および、検索データと検索データ用のビット線対との関係を表す対応表、(b)は、CAM装置を3値のCAM装置として使用した場合の、外部の記憶データと、従来の3値のCAM装置において、記憶データとして0, 1, X（ドントケア）を書き込む場合に入力される記憶セルデータおよびマスクセルデータ（論理データ）と、内部の記憶データ（物理データ）との関係、ならびに、検索データと検索データ用のビット線対との関係を表す対応表である。

【図5】 本発明の連想メモリ装置で用いられる論理データー物理データ変換I/O回路の一実施例の構成回路図である。

【図6】 本発明の連想メモリ装置の別の実施例の構成概略図である。

【図7】 本発明の連想メモリ装置で用いられるCAMワードの別の実施例の構成概略図である。

【図 8】 (a) は、CAM 装置を 2 値の CAM 装置として使用した場合の、外部の記憶データと内部の記憶データ（記憶セルデータ）との関係、および、検索データと検索データ用のビット線対との関係を表す対応表、(b) は、CAM 装置を 3 値の CAM 装置として使用した場合の、外部の記憶データと、従来の 3 値の CAM 装置において、記憶データとして 0, 1, X（ドントケア）を書き込む場合に入力される記憶セルデータおよびマスクセルデータ（論理データ）と、内部の記憶データ（物理データ）との関係、ならびに、検索データと検索データ用のビット線対との関係を表す対応表である。

【図 9】 本発明の連想メモリ装置で用いられる CAM ワードの別の実施例の構成概略図である。

【図 10】 従来の連想メモリ装置の一実施例の構成概念図である。

【図 11】 従来の連想メモリ装置で用いられる 2 値 CAM セルの一例の構成回路図である。

【図 12】 従来の連想メモリ装置で用いられる 3 値 CAM セルの一例の構成回路図である。

【符号の説明】

- 10, 70, 90 連想メモリ (CAM) 装置
- 12, 92 CAM メモリアレイ
- 12a 偶数ワードアレイ
- 12b 奇数ワードアレイ
- 14 論理データ-物理データ変換 I/O 回路
- 16 ローカル I/O
- 18 ローカル I/O コントロール回路
- 20 タイミング発生回路
- 22, 96 デコーダ
- 24, 98 優先順位エンコーダ
- 26, 78 CAM ワード対
- 28, 30, 76 CAM ワード
- 32, 80 制御回路

34, 38, 60, 66a, 66b, 66c, 66d, 68a, 68b, 82  
ANDゲート

36, 64a, 64b, 64c, 64d ORゲート

40, 100, 106 CAMセル

42, 102 データ記憶部

44, 110 一致比較部

46a, 46b, 84, 112a, 112b インバータ

48a, 48b, 50a, 50, 52a, 52b, 114a, 114b, 11

## 6 N型MOSトランジスタ (NMOS)

54 記憶データ (書き込みデータ) 用回路

56 検索データ用回路

58 記憶データ (読み出しデータ) 用回路

62a, 62b, 72a, 72b, 72c セレクタ

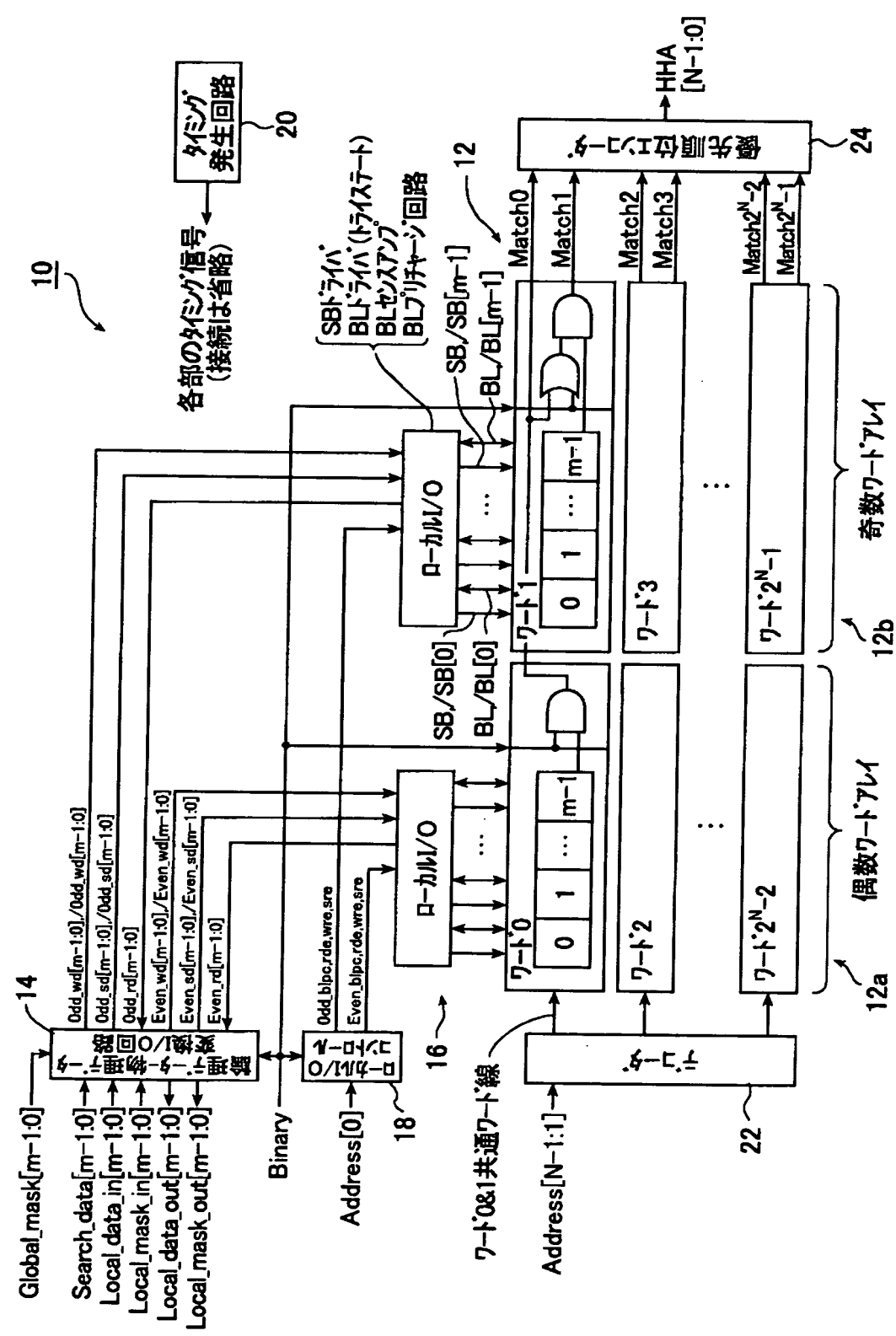
74 レジスタ

86 スイッチ回路

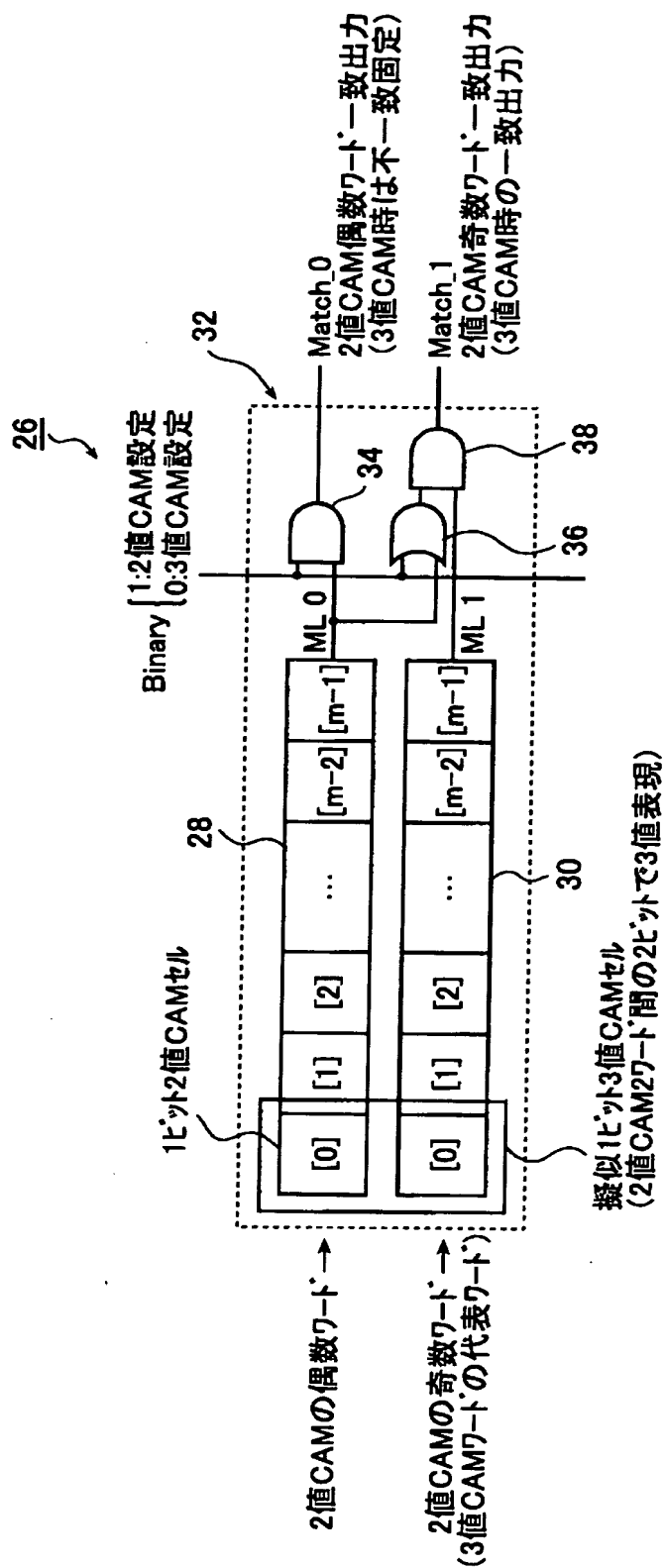
94 I/O (入出力) 回路

108 マスク記憶部

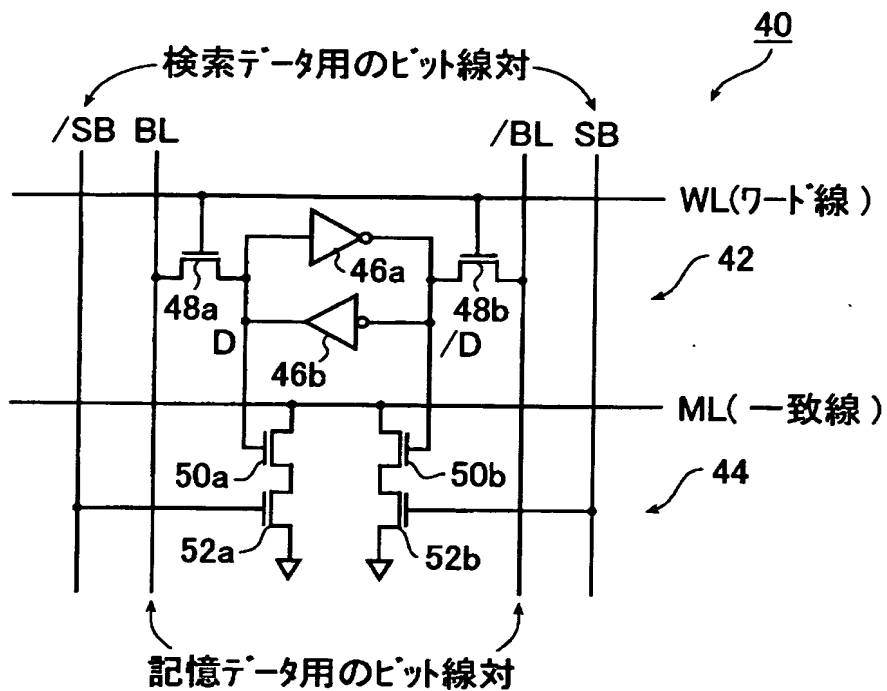
【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

(a)

2値CAM設定時のデータ登録値、および検索データ出力値の対応表

記憶データ	記憶セルデータ(D)	検索データ	検索ヒット線出力(SB,/SB)
0	0	0	0ドライブ(0,1)
1	1	1	1ドライブ(1,0)
ドントケア		ドントケア	ドントケア(0,0)

(b)

3値CAM設定時の論理データ(外部仕様:従来3値CAM仕様)登録値、物理データ登録値、および検索データ出力値の対応表

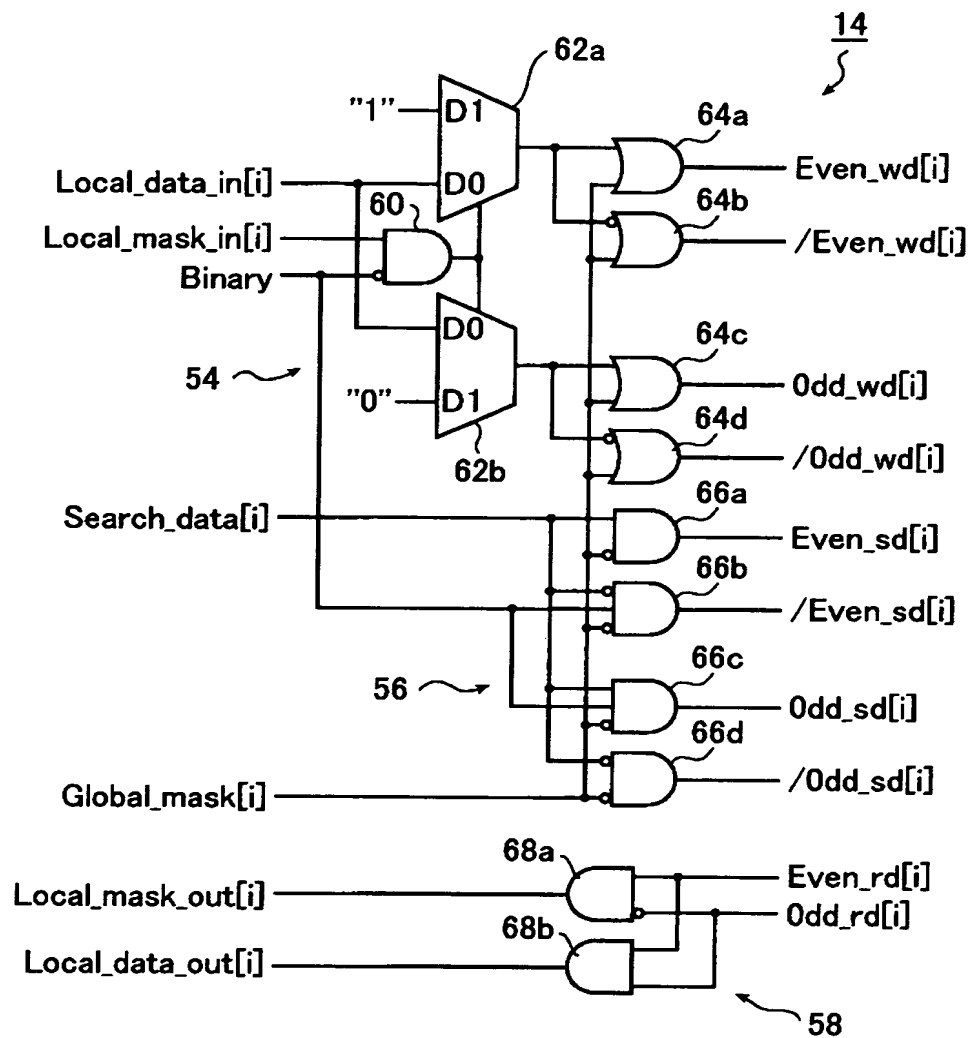
記憶データ	論理データ(従来3値CAMデータ)		物理データ(本発明の内部データ)	
	記憶セルデータ	マスクセルデータ	偶数ワードセル	奇数ワードセル
0	0	0	0	0
1	1	0	1	1
ドントケア	X(不定)	1	1	0

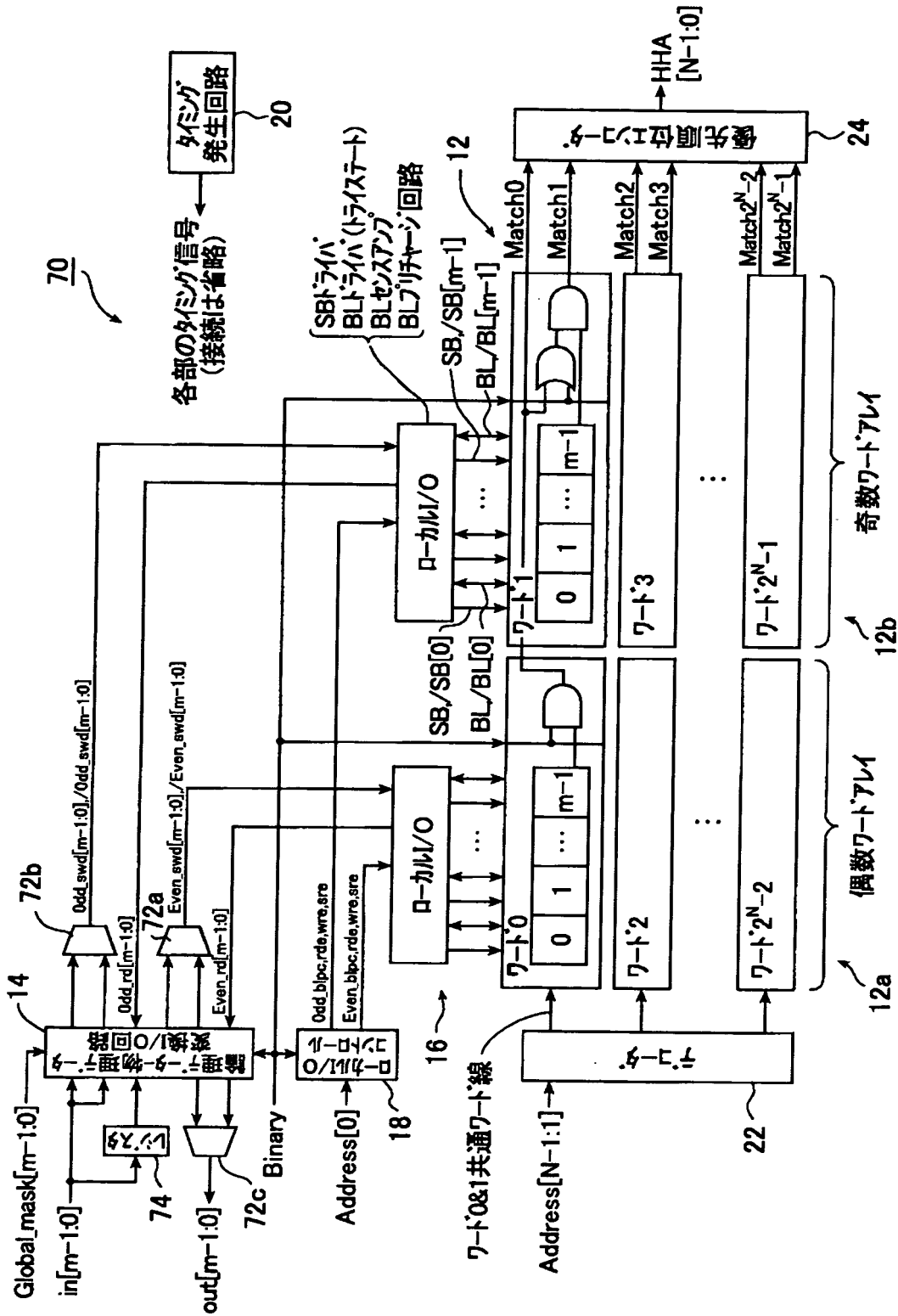
検索データ	検索ヒット線出力(SB,/SB)	
	偶数ワード	奇数ワード
0	ドントケア(0,0)	0ドライブ(0,1)
1	1ドライブ(1,0)	ドントケア(0,0)
ドントケア	ドントケア(0,0)	ドントケア(0,0)



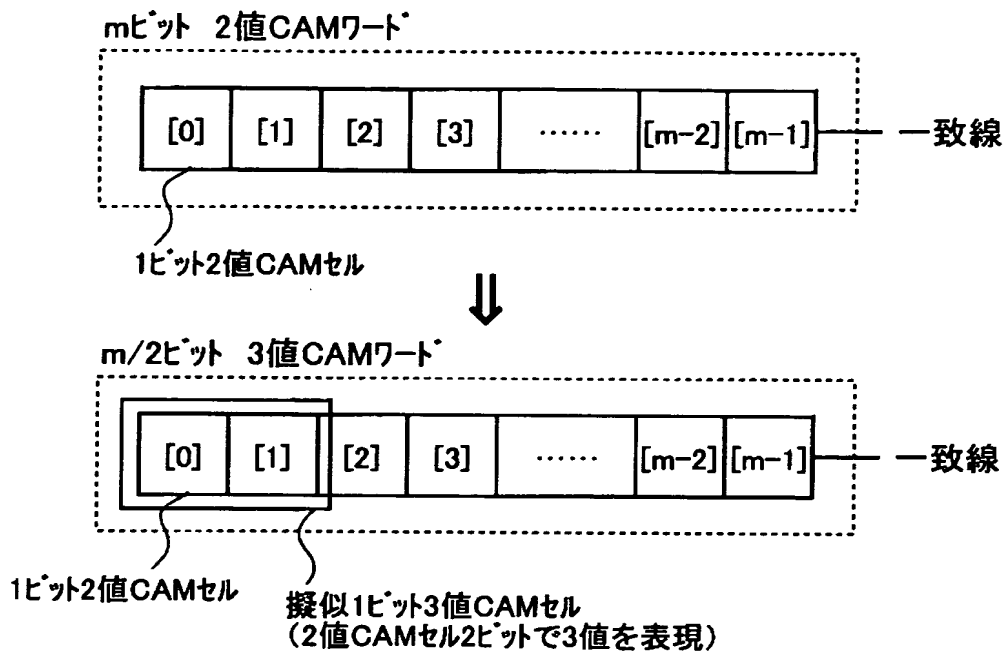
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

(a)

2値CAM設定時のデータ登録値、および検索データ出力値の対応表

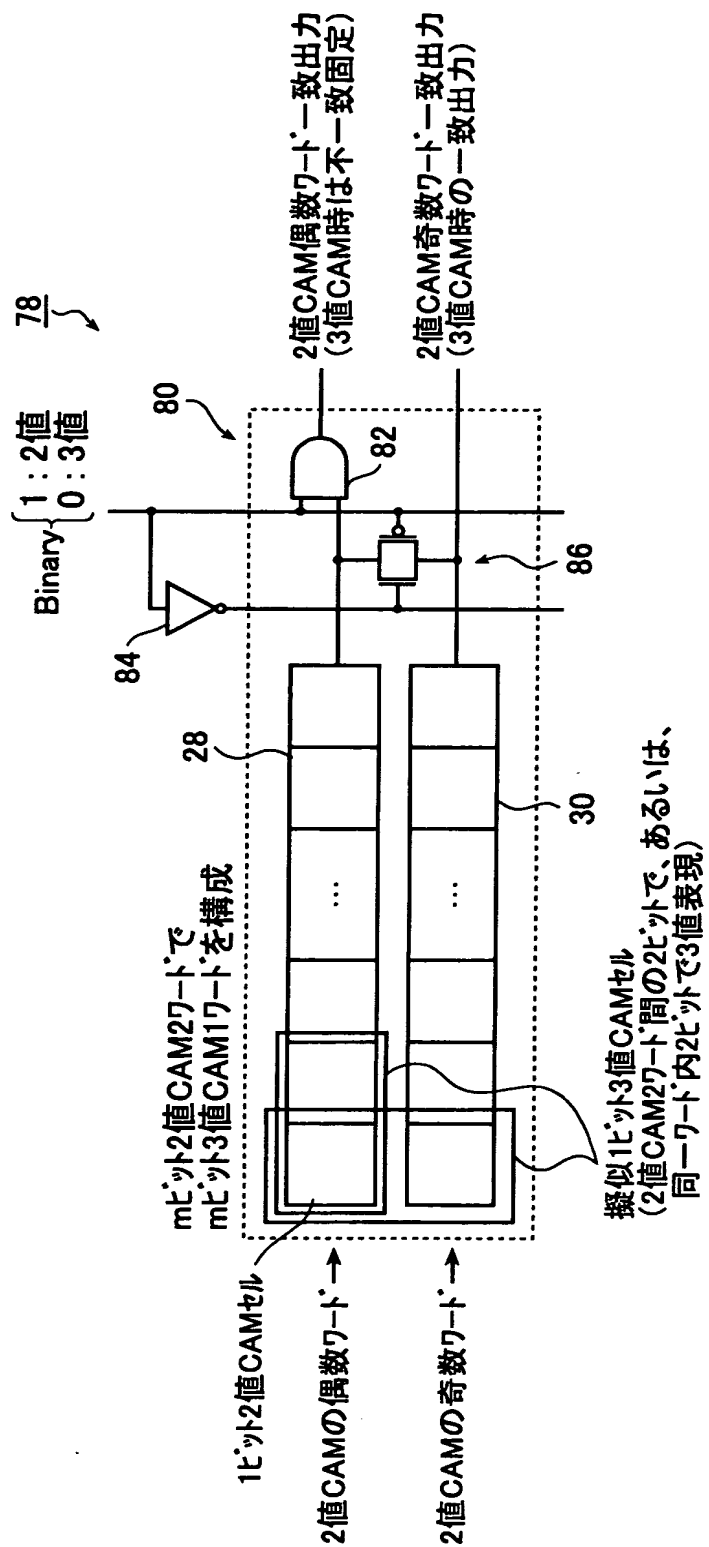
記憶データ	記憶セルデータ(D)	検索データ	検索ビット線出力(SB,/SB)
0	0	0	0ドライブ(0,1)
1	1	1	1ドライブ(1,0)
ドントケア		ドントケア	ドントケア(0,0)

(b)

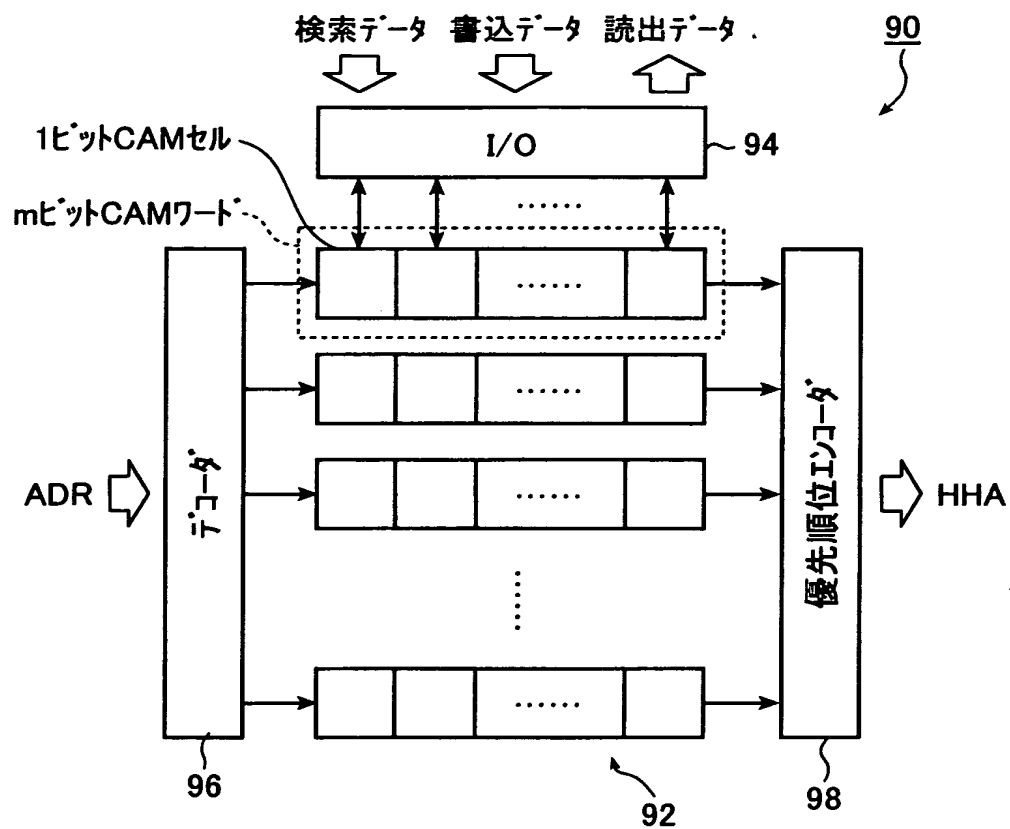
3値CAM設定時の論理データ(外部仕様:従来3値CAM仕様)登録値、物理データ登録値、および検索データ出力値の対応表

記憶データ	論理データ(従来3値CAMデータ)		物理データ(本発明の内部データ)		検索データ	検索ビット線出力(SB,/SB)	
	記憶セルデータ	マスクセルデータ	記憶ビットセル	偶数ビットセル		偶数ビット	奇数ビット
0	0	0	0	0	0	ドントケア(0,0)	0ドライブ(0,1)
1	1	0	1	1	1	1ドライブ(1,0)	ドントケア(0,0)
ドントケア	X(不定)	1	1	1	ドントケア	ドントケア(0,0)	ドントケア(0,0)

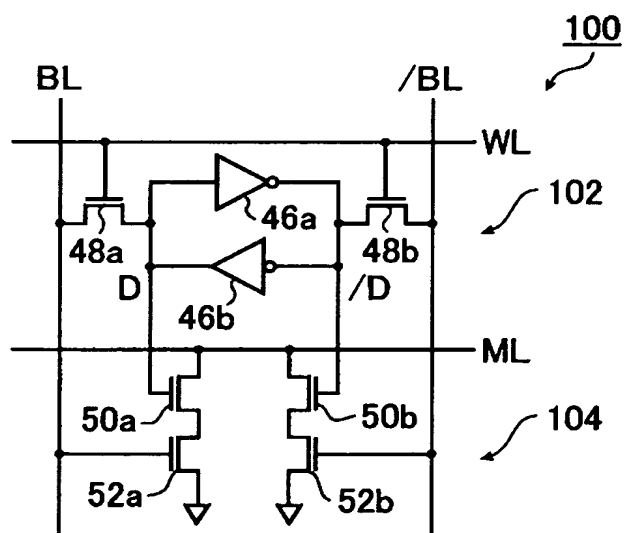
【図 9】



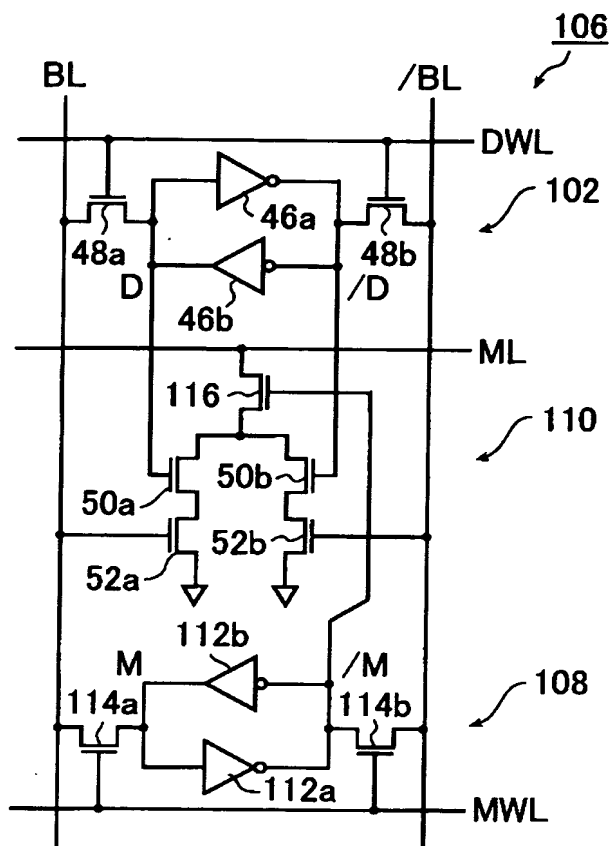
【図10】



【図11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2 値／3 値のどちらにもデータを設定可能で、2 値連想メモリ装置として使用した場合にも記憶ビットが無駄にならないようにする。

【解決手段】 本発明の連想メモリ装置は、‘0’ および ‘1’ の 2 値のデータを設定可能な 2 値CAMセルを用いて構成され、2 値CAMセルを 2 値CAMセルとして使用し、当該連想メモリ装置を 2 値連想メモリ装置として使用するか、2 ビット分の 2 値CAMセルを 1 組として、各々の組の 2 ビット分の 2 値CAMセルに記憶された 2 ビットのデータで表現可能な ‘0 0’、‘0 1’、‘1 0’ および ‘1 1’ の 4 つの状態に、‘0’、‘1’ および ‘X（ドントケア）’ の 3 つの状態を割り当て、3 値のデータを設定可能な 3 値CAMセルとして使用し、当該連想メモリ装置を 3 値連想メモリ装置として使用するかを設定可能に構成されている。

【選択図】 図 1



【書類名】 出願人名義変更届

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2001- 31103

【承継人】

【識別番号】 501285133

【氏名又は名称】 川崎マイクロエレクトロニクス株式会社

【代表者】 平野 征

【提出物件の目録】

【物件名】 権利の承継を証明する書面 2

【援用の表示】 特願 2 0 0 0 - 0 0 3 3 2 8 の出願人名義変更届に添付  
のものを援用する。

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-031103
受付番号	50101346101
書類名	出願人名義変更届
担当官	末武 実 1912
作成日	平成13年10月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 9月13日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001258]

1. 変更年月日 1990年 8月13日

[変更理由] 新規登録

住 所 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号  
氏 名 川崎製鉄株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[501285133]

1. 変更年月日 2001年 7月17日

[変更理由] 新規登録

住 所 千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目3番地

氏 名 川崎マイクロエレクトロニクス株式会社